

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2002 Thomson Derwent. All rts. reserv.

012799222 **Image available**
WPI Acc No: 1999-605452/ 199952
XRPX Acc No: N99-446526

Pneumatic spring type vibration removal apparatus in XY stage for semiconductor exposure system - has shock absorbing desk mounted on stage whose mobility is suppressed based on feed forward value input to absorbing desk controller

Patent Assignee: CANON KK (CANON)
Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 11264444	A	19990928	JP 98294699	A	19981002	199952 B

Priority Applications (No Type Date): JP 9817679 A 19980114

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 11264444	A	8		F16F-015/02	

Abstract (Basic): JP 11264444 A

NOVELTY - The vibration of the shock absorbing desk generated by moving the stage, is suppressed based on feed forward value input to shock absorbing desk controller. The feed forward value is obtained by integrating the target velocity of the stage. DETAILED DESCRIPTION - The apparatus has a shock absorbing desk mounted on a stage, whose position is detected by the position sensor. The shock absorbing desk controller forms the driving signal of the servo valve so that shock absorbing desk maintains the predetermined posture by the position based on the output of the displacement sensor.

USE - In XY stage for semiconductor exposure system.

ADVANTAGE - The center of gravity correction of a shock absorbing desk is realizable along with improved damping ability. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure depicts pneumatic spring type vibration removal apparatus.

Dwg.1/5

Title Terms: PNEUMATIC; SPRING; TYPE; VIBRATION; REMOVE; APPARATUS; STAGE; SEMICONDUCTOR; EXPOSE; SYSTEM; SHOCK; ABSORB; DESK; MOUNT; STAGE; MOBILE; SUPPRESS; BASED; FEED; FORWARD; VALUE; INPUT; ABSORB; DESK; CONTROL

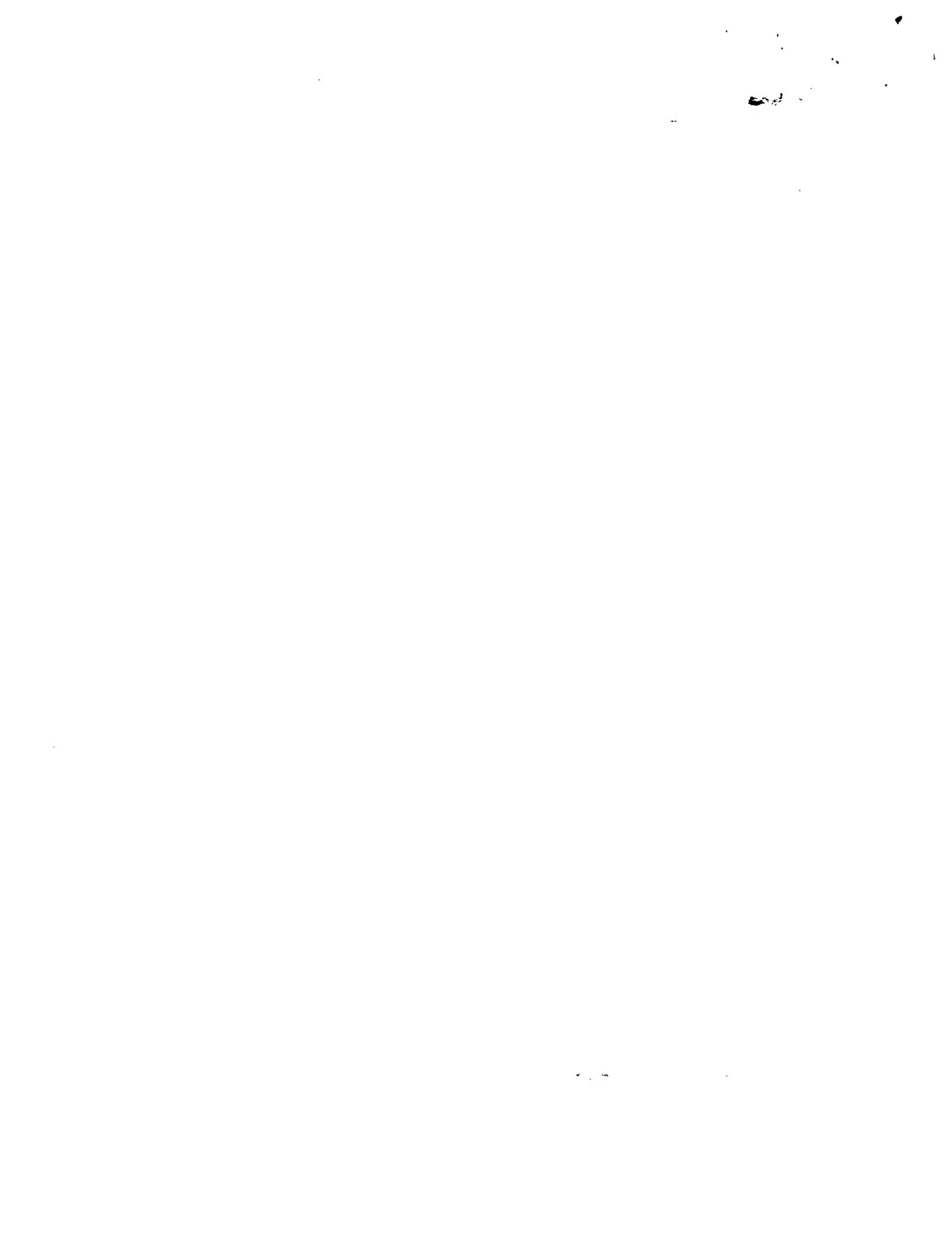
Derwent Class: P81; P84; Q63; S02; U11

International Patent Class (Main): F16F-015/02

International Patent Class (Additional): G01B-021/00; G02B-021/26; G03F-007/22; G12B-009/08; H01L-021/027

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): S02-A08B; U11-C04E1



【特許請求の範囲】

【請求項1】 除振台と、該除振台を支持および駆動する空気バネと、該空気バネの圧力調整をするサーボバルブと、前記除振台の変位を検出する変位センサと、該変位センサの出力に基づいて前記除振台が所定の位置で所定の姿勢を保つように前記サーボバルブの駆動信号を生成する除振台制御器とを備え、前記除振台の上に搭載されたステージと、該ステージの位置を検出する位置センサと、該位置センサの出力に基づいて前記ステージが所定の位置を保つように制御するステージ制御器とを有するステージ装置の前記ステージを除振支持する除振装置において、

前記ステージの目標速度を前記除振台制御器にフィードフォワード入力することを特徴とする除振装置。

【請求項2】 前記ステージ制御器にステージ位置指令値およびステージ移動開始指令を入力するシーケンス制御器からの情報に基づいて前記目標速度を生成し前記除振台制御器にフィードフォワード入力するステージ目標速度生成手段を前記ステージ装置から独立して設けたことを特徴とする請求項1に記載の除振装置。

【請求項3】 除振台と、該除振台を支持および駆動する空気バネと、該空気バネの圧力調整をするサーボバルブと、前記除振台の変位を検出する変位センサと、該変位センサの出力に基づいて前記除振台が所定の位置で所定の姿勢を保つように前記サーボバルブの駆動信号を生成する除振台制御器とを備え、前記除振台の上に搭載されたステージと、該ステージを駆動するステージアクチュエータと、該ステージの位置を検出する位置センサと、該位置センサの出力に基づいて前記ステージが所定の位置を保つように前記ステージアクチュエータの駆動信号を生成するステージ制御器とを有するステージ装置の前記ステージを除振支持する除振装置において、前記ステージアクチュエータの駆動信号を積分した値を前記除振台制御器にフィードフォワード入力することを特徴とする除振装置。

【請求項4】 前記ステージの動作方向に対してピッチング方向に前記除振台を回転させる値が前記サーボバルブの駆動信号に加えられるように、前記フィードフォワード入力を与えることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の除振装置。

【請求項5】 除振台と、該除振台を支持する空気バネと、該除振台を駆動するアクチュエータと、該除振台の変位を検出する変位センサと、該変位センサの出力に基づいて前記除振台が所定の姿勢を保つように前記アクチュエータの駆動信号を生成する除振台制御器とを備え、前記除振台の上に搭載されたステージと、該ステージの位置を検出する位置センサと、該位置センサの出力に基づいて前記ステージを所定の位置を保つように制御するステージ制御器とを有するステージ装置の前記ステージを除振支持する除振装置において、

前記ステージを駆動するための目標値を前記除振台制御器にフィードフォワード入力することを特徴とする除振装置。

【請求項6】 前記ステージ制御器にステージ位置指令値およびステージ移動開始指令を入力するシーケンス制御器からの情報に基づいて前記目標値を生成し前記除振台制御器にフィードフォワード入力するステージ目標値生成手段を前記ステージ装置から独立して設けたことを特徴とする請求項5に記載の除振装置。

【請求項7】 前記ステージ目標値生成手段が、ステージ目標位置と、ステージ目標速度および／またはステージ目標加速度を生成することを特徴とする請求項5または6記載の除振装置。

【請求項8】 前記ステージ目標位置から、ステージ移動時の重心位置の移動によって生じる除振台の傾きを予測して補正するように、前記アクチュエータを駆動することを特徴とする請求項7に記載の除振装置。

【請求項9】 前記ステージ目標速度および／またはステージ目標加速度を前記除振台制御器にフィードフォワードすることを特徴とする請求項7または8記載の除振装置。

【請求項10】 前記アクチュエータがボイスコイルモータであることを特徴とする請求項9記載の除振装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、XYステージ等の位置決め機器を搭載した精密機器、例えば半導体露光装置に使用される除振装置に係り、同装置上に搭載される機器の運動によって生じる揺れを効果的に抑圧可能な除振装置の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】除振台上に光学顕微鏡や露光用XYステージ等が搭載された装置では、外部から伝達する振動を極力除去する必要がある。さらに、露光用XYステージの場合にはステップアンドリピートあるいはステップアンドスキャンという間欠運動を駆動モードとして持ち、繰り返しのステップまたはスキャン振動を自身が発生し、これが除振台の揺れを発生させることにも注意せねばならない。この振動がおさまらない状態では露光をすることは不可能であり、除振台には、外部振動に対する除振と搭載された機器自身の運動に起因した強制振動に対する制振とをバランスよく実現することが求められる。

【0003】また、除振台は受動的除振台と能動的除振台に分類され、除振台上の搭載機器に対する高精度位置決め、高精度スキャン、高速移動等の要求に応えるため、最近は能動的除振装置を用いる傾向が強い。除振台を駆動するアクチュエータとしては、空気バネ、ボイスコイルモータ、圧電素子等がある。

【0004】以下、空気バネをアクチュエータとして用

いた空気バネ式除振装置について説明する。従来の空気バネ式除振装置の構成を図5に示す。図5において、1および8は空気バネ式支持脚、2は空気バネ3へ動作流体の空気を給気・排気するサーボバルブ、9は空気バネ10へ動作流体の空気を給気・排気するサーボバルブ、4および11はその計測点における除振台15の鉛直方向変位を計測する除振台位置センサ、5および12は予圧用機械バネ、6は空気バネ3と予圧用機械バネ5の粘性を表現する粘性要素、13は空気バネ10と予圧用機械バネ12の粘性を表現する粘性要素、7および14は加速度センサ、16は除振台15上で水平方向に動作するステージ、17はステージの水平方向変位を計測するステージ位置センサ、18はステージを駆動するモータ、19はステージ変位を増幅する変位増幅器、20はステージ目標位置生成器、21はPID補償器、22はアンプ、23および24は除振台15の変位を増幅する変位増幅器、25は変位分解器、26および27はPI補償器、28および29はフィルタ、30は加速度分解器、31は推力分配器、32および33はアンプ、34は除振台目標位置設定器、40はステージ16の動作を制御するシーケンス制御器である。ステージ位置センサ17、変位増幅器19、PID補償器21およびアンプ22はステージ制御器を構成している。除振台位置センサ4、11、変位増幅器23、24、変位分解器25、PI補償器26、27、フィルタ28、29、加速度分解器30、推力分配器31およびアンプ32、33は除振台制御器を構成している。1～17は装置を真横から見たときの模式図で表わしたもので、空気バネ式支持脚1と8は除振台15を鉛直方向に支持している。ここで、PID補償器21のPは比例、Iは積分、Dは微分動作をそれぞれ意味する。また、PI補償器26および27のPは比例、Iは積分動作をそれぞれ意味する。

【0005】図5の空気バネ式除振装置の動作を説明する。加速度センサ7および14の出力は、それぞれ所定の適切なゲインと時定数をもつフィルタ28および29を通って加速度分解器30への入力となる。ここでは、2つの入力を、 2×2 の行列演算によって除振台15の鉛直方向加速度と、除振台15の重心を通りステージ16の動作方向に対してピッティング方向の角加速度に分解し、推力分配器31の前段に負帰還している。この加速度フィードバックループによりダンピングを附加している。

【0006】除振台位置センサ4および11の出力はそれぞれ変位増幅器23および24を通って変位分解器25の入力となる。ここでは、 2×2 の行列演算によって除振台15の鉛直方向変位と、除振台15の重心を通りステージ16の動作方向に対してピッティング方向の回転変位に分解する。除振台目標位置設定器34は前記鉛直方向変位と前記回転変位の目標位置の設定を行ない、これらの目標位置と変位分解器25の出力との偏差信号が

PI補償器26および27を通って推力分配器31の入力となる。ここでは、 2×2 の行列演算によって、鉛直方向と除振台15の重心を通りステージ16の動作方向に対してピッティング方向の回転方向の推力目標値を空気バネ3および10の駆動目標値に分配する。分配された駆動目標値はそれぞれアンプ32および33でサーボバルブ2および9の駆動電流に変換され、サーボバルブ2および9の弁開閉によって空気バネ3および10内の圧力が調整されて除振台15は除振台目標位置設定器34で設定された所望の位置に定常偏差なく保持可能となる。PI補償器26は除振台15の鉛直方向変位の制御補償器、PI補償器27は除振台15の前記回転変位の制御補償器としてそれぞれ動作している。

【0007】さらに、ステージ位置センサ17の出力は変位増幅器19を通って、ステージ目標位置生成器20の生成するステージ16の目標位置信号との偏差がPID補償器21の入力となる。PID補償器21の出力はアンプ22を通ってモータ18を介してステージ16を駆動する。ここで、ステージ目標位置生成器20はシーケンス制御器40からステージ位置指令値およびステージ移動開始指令を入力され、これらの入力に基づいてステージの目標位置信号を生成する。

【0008】図5の空気バネ式除振装置においては、鉛直方向と除振台15の重心を通りステージ16の動作方向に対してピッティング方向の回転方向の運動モードに分解して補償を行なうことにより、PI補償器のゲイン調整が容易になる利点がある。

【0009】【発明が解決しようとしている課題】しかし、ステージ16が移動する際、除振台15および除振台上に搭載されているものの全体の重心の移動が起こり除振台15の揺れを生じさせる。従来のフィードバック補償では重心の移動による除振台の揺れを効果的に抑圧することができない、という欠点がある。

【0010】さらに、能動的除振装置では、ステージ移動により重心位置が変化したとき、除振台の傾きを補正するようにアクチュエータを駆動させる。しかし、ステージの移動速度が高速になると除振台の傾き量が増加し、この傾きを補正するために位置制御ループゲインを高くすると、床振動が除振台に伝わりやすくなってしまうという、トレードオフが生じてしまう。

【0011】本発明の目的は、除振装置において、この従来技術の問題点を除去することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明の第1の局面では、上記の従来例に対し、ステージの目標位置、目標速度または目標加速度などのステージ目標値、あるいは、このようなステージ目標値に基づいて演算される値のうちアクチュエータおよび除振台制御器の構成に応じたものを該除振台制御器にフィード

ドフォワード入力することを特徴としている。例えば、空気バネが前記アクチュエータを兼用する図5に示すような空気バネ式除振装置に対しては、ステージの目標速度、あるいは、ステージの駆動信号を積分した値を除振台制御器にフィードフォワード入力する。また、前記アクチュエータがボイスコイルモータである場合には、前記ステージ目標値としてステージ目標位置をフィードフォワード入力する。

【0013】本発明の好ましい実施例では、空気バネが前記アクチュエータを兼用する空気バネ式除振装置において、サーボバルブの駆動信号に加えられる値が、ステージの動作方向に対してピッキング方向に除振台を回転させるようにフィードフォワード入力を与えることを特徴としている。

【0014】

【作用】上記構成によれば、搭載機器の移動に伴う除振台全体の重心の移動による除振台の擺れを抑圧すること、すなわち除振台の重心補正を実現できる。なお、特開平9-134876号公報には、ステージの現在位置を除振台制御系にフィードフォワードする構成によって、ステージ移動による重心位置変化の補償を行なう装置が記載されている。しかしながら、本発明の第1の局面に係る除振装置との最も大きな相違は、フィードフォワードする値が、本発明では目標値であるのに対し、上記公報では現在値（または計測値）である点にある。目標値の方が現在値よりも早目にフィードフォワードでき、振動をより効果的に予防することができる。

【0015】ところでステージや除振台の制御系は近年高速演算可能なマイクロコンピュータによるデジタル制御系として実現されることが多く、また、制御対象の数が多いため複数のCPUを用いて制御系を構成している。ステージ制御系と除振台制御系を別々のCPUで構成する場合、ステージの目標位置や速度（あるいは現在位置や速度）をステージ制御系から除振台制御系に伝達するための手段が必要である。現在位置や速度を直接センサから得ることもできるが、センサとの情報伝達経路（ケーブルなど）を設ける必要がある。

【0016】本発明は、ステージ制御系と除振台制御系との間に直接の情報交換手段を設けることなく、制振性能を改善することができる除振装置を提供することを第2の目的とする。

【0017】上記第2の目的を達成するため、本発明の第2の局面では、前記ステージ目標値を生成するステージ目標値生成手段を前記ステージ装置から独立して設けたことを特徴とする。このステージ目標値生成手段においては、ステージ制御器にステージ位置指令値およびステージ移動開始指令を入力するシーケンス制御器からの情報に基づいて前記ステージ目標値を生成し前記除振台制御器にフィードフォワード入力する。例えば、ステージ目標位置は、ステージ移動開始時のステージ位置とス

テージ位置指令値とから生成する。

【0018】この第2の局面の好ましい実施の形態では、前記ステージ目標値生成手段が、ステージ目標位置と、ステージ目標速度および／またはステージ目標加速度を生成する。また、前記ステージ目標位置から、ステージ移動時の重心位置の移動によって生じる除振台の傾きを予測して補正するように、前記ステージ目標速度および／またはステージ目標加速度を前記除振台制御器にフィードフォワードして前記アクチュエータを駆動する。

【0019】本発明の第2の局面に係る除振装置によれば、ステージはステージ制御器の持つステージ目標値生成手段の生成する目標位置に移動し、除振台は除振台制御器の持つステージ目標値生成手段の生成する目標位置から重心移動に伴う除振台の傾きを算出し、傾きを補正するようにアクチュエータを駆動することによって、制振性能を改善することができる。

【0020】

【実施例】以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。

第1の実施例

図1は、本発明の第1の実施例に係る空気バネ式除振装置の構成を示す。図5と同一要素には同一番号を付けてある。図1において、35はステージの目標速度を生成するステージ目標速度生成器、36は積分器、37は所定の適切なゲインと時定数をもつフィルタである。

【0021】図2は目標速度生成器35が生成する目標速度を、横軸を時間として示したもので、この速度パターンは台形速度パターンとしてよく知られたものである。図2には、目標速度の微分値である目標加速度と目標速度の積分値である目標位置を併せて示している。目標速度は移動開始時刻からの経過時間の関数として記述することができるし、目標加速度を積分して生成することができるが、本実施例では後者を採用している。目標速度は積分器36を通して目標位置に変換されステージ16の位置制御系であるステージ制御器に入力される。さらに、目標速度はフィルタ37を通じて、除振台15の重心を通りステージ16の動作方向に対してピッキング方向の回転変位の制御系にフィードフォワード入力される。

【0022】空気バネの平衡状態において、サーボバルブの入力電流Iから空気バネ圧力Pまでの伝達関数は、 G_q をサーボバルブの流量ゲイン、kを空気の比熱比、 P_0 平衡状態における空気バネ圧力、 V_0 を平衡状態における空気バネ容積、sをラプラス演算子として、

【0023】

【数1】

$$\frac{P}{I} = G_q \frac{kP_0}{V_0 s} \quad (1)$$

という積分特性として近似できることが一般に知られている。したがって、除振台15の回転変位制御系にフィードフォワードされる目標速度は、空気バネの積分特性により積分されるので、目標速度をフィードフォワードすることはステージ16の目標位置に比例した回転トルクを除振台15に与えることに相当する。この目標速度のフィードフォワード入力により、ステージ16の移動によって発生する回転モーメントを打ち消すことができ、除振台15の揺れを効果的に抑制することができる。また、本実施例の空気バネ式除振装置においては、除振台の位置制御系である除振台制御器を鉛直方向と回転方向に分離していて、目標速度のフィードフォワード入力は回転方向の位置制御系にのみ行なわれるので、フィードフォワード入力の行なわれない鉛直方向の動作には何も悪影響を及ぼさない。

【0024】第2の実施例

第1の実施例では、目標速度を除振台回転変位制御系にフィードフォワード入力したが、目標速度の代わりにステージ16の駆動入力をフィードフォワードする構成をとることもできる。図3にそのときの空気バネ式除振装置の構成を示す。ステージ16の駆動入力であるPID補償器21の出力を積分器38とフィルタ37を通して除振台の回転変位制御系にフィードフォワードする。この構成を取ることによって、第1の実施例と同様に、ステージ16の移動により発生する回転モーメントを打ち消すことができ、除振台15の揺れを効果的に抑制することができる。

【0025】第3の実施例

図4は、本発明の第3の実施例に係る除振装置の構成を示す。この除振装置は半導体露光装置にステージを除振支持するためのものである。図1と同一要素には同一番号を付けてある。図4において、39は第2のステージ目標速度生成器である。図1の装置がステージ制御系用のステージ目標速度生成器35から除振台制御系にステージ目標速度をフィードフォワードしているのに対し、図4の装置では、ステージ制御系用の第1のステージ目標速度生成器35とは別個にフィードフォワード専用の第2のステージ目標速度生成器を設けている。これにより、ステージ制御系と除振台制御系との間に直接の情報交換手段を設けなくて済む。シーケンス制御器40から除振台制御系へステージ位置指令値やステージ移動開始指令を伝達するための情報伝達手段は必要であるが、シーケンス制御器40と除振台制御系との間では例えば除振台目標位置指令等の情報交換を行なう場合も多く、その場合には、情報伝達手段の増設は不要であり、構成を簡略化することができる。

【0026】次に、図4の除振装置の動作を説明する。シーケンス制御器40は、ステージ16の次の目標位置およびステージ移動開始指令を第1のステージ目標速度生成器35および第2のステージ目標速度生成器39に

同時に伝達する。ステージ移動開始指令が来ると、第1のステージ目標速度生成器35および第2のステージ目標速度生成器39は同一のステージ目標速度を同一のタイミングでそれぞれ積分器36およびフィルタ37に送る。積分器36の出力はステージ目標位置としてステージ制御系に与えられ、フィルタ37の出力は、除振台15の重心を通りステージ16の動作方向に対してピッチング方向の回転変位の制御系にフィードフォワード入力される。

【0027】このステージ目標速度のフィードフォワード入力により、第1の実施例において説明したように、ステージ16の移動によって発生する回転モーメントを打ち消すことができ、除振台15の揺れを効果的に抑制することができる。また、本実施例の空気バネ式除振装置においても、除振台の位置制御系である除振台制御器を鉛直方向と回転方向に分離していて、目標速度のフィードフォワード入力は回転方向の位置制御系にのみ行なわれるので、フィードフォワード入力の行なわれない鉛直方向の動作には何も悪影響を及ぼさない。さらに、フィードフォワード入力専用に、シーケンス制御器40からの指令等に基づいてステージ目標位置を生成する第2のステージ目標位置生成器を設けることにより、ステージ位置制御系と除振台制御系との間の情報交換手段が不要となり、構成を簡略化できる可能性が高い。

【0028】実施例の変形例

なお、本発明は上述の実施例に限定されることなく適宜変形して実施することができる。例えば、上述の実施例では、除振台を支える支持脚の数は鉛直方向に2本としたが、これは3本以上でも構わない。支持脚が鉛直方向に3本ある場合には、除振台の位置制御系は、直交座標系で表わすとz軸方向並進制御系、x軸回りの回転制御系、y軸回りの回転制御系の3つの制御系を構成する。この場合、変位分解器、加速度分解器、推力分配器ではそれぞれ3×3の行列計算を行なう。ステージの動作方向がy軸方向である場合、ステージの目標速度は除振台のx軸回りの回転制御系にフィードフォワード入力する。

【0029】また、ステージの動作方向もXYステージのように2次元平面上で動作するものでもよい。支持脚が鉛直方向に3本ある場合には、XYステージのx軸目標速度を除振装置のy軸回りの回転制御系に、XYステージのy軸目標速度を除振装置のx軸回りの回転制御系に、それぞれフィードフォワード入力する。これによってXYステージの移動に伴う重心移動による回転モーメントを打ち消すことができる。

【0030】上述の実施例ではアクチュエータとして空気バネのみを用いているが、ボイスコイルモータを併用して、ステージ目標位置をモータ制御系にフィードフォワードしてステージ移動に伴う重心移動による傾きを補正することができる。さらに、ステージ目標加速度をモ

ータ制御系にフィードフォワードしてステージ駆動反力を打ち消すこともできる。この場合、ステージ目標位置およびステージ目標加速度は、それぞれ第2のステージ目標速度生成器39に積分器および微分器を接続することにより生成することができる。

【0031】さらに、図4のステージ目標速度生成器35および積分器36に代えて図3または図5に示すステージ目標位置生成器20を用いてもよい。

[0032]

【発明の効果】以上のように本発明によれば、ステージの目標速度、またはステージの駆動信号を積分した値を除振台制御器にフィードフォワード入力することによって、ステージの移動により発生する除振台の揺れを効果的に抑制することができる。すなわち除振台の重心補正が実現できる。また、ステージ制御系の目標値生成手段を除振台制御系にも持たせることによって、ステージ制御系と除振台制御系の間でデータのやり取りを行なう手段を設けることなく、ステージ移動に伴う重心移動による傾きやステージ駆動反力を補償し、除振台の制振性能

を改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例に係る空気バネ式除振装置の構成を示す図である。

【図2】ステージの目標値を示す図である。

【図3】 本発明の他の実施例に係る空気バネ式除振装置の構成を示す図である。

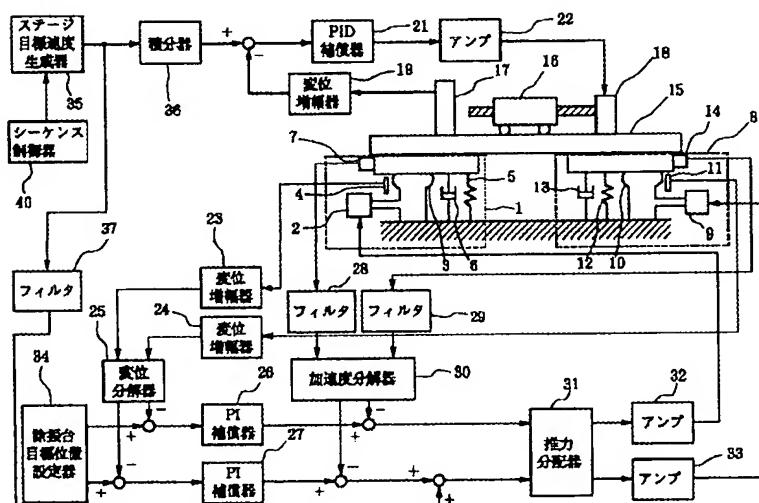
【図4】 本発明のさらに他の実施例に係る空気バネ式除振装置の構成を示す図である。

【図5】 従来の空気バネ式除振装置の構成を示す図である。

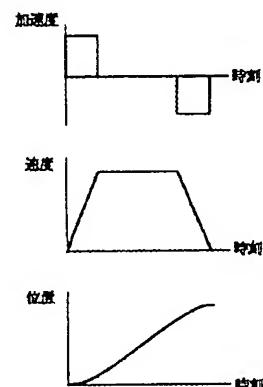
（符号の説明）

1, 8: 空気バネ式支持脚、16: ステージ、20: ステージ目標位置生成器、25: 变位分解器、30: 加速度分解器、31: 推力分配器、34: 除振台目標位置設定器、35, 39: ステージ目標速度生成器、36, 38: 積分器、37: フィルタ、40: シーケンス制御器。

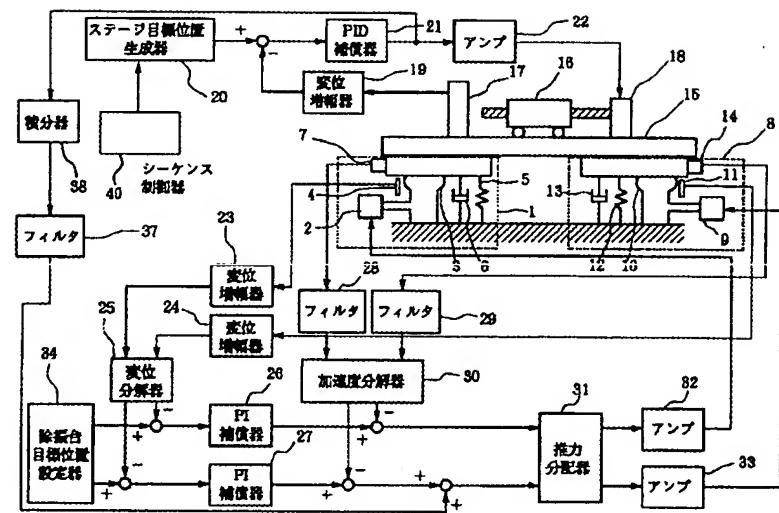
[四二]



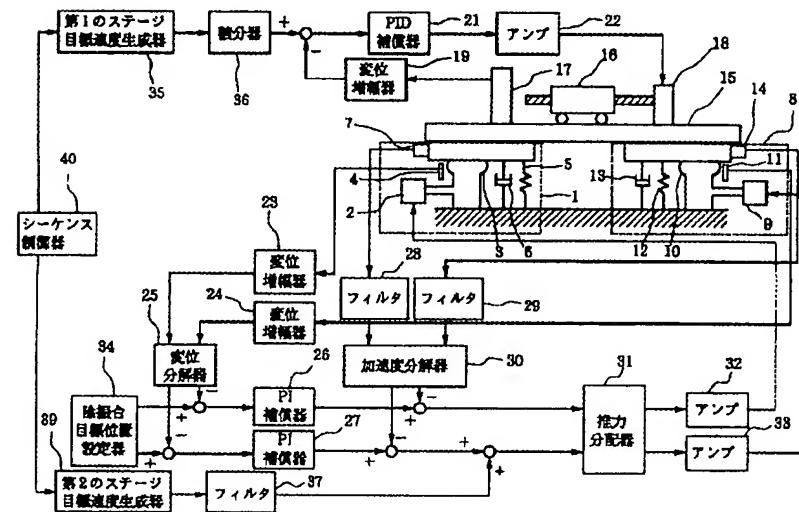
〔图2〕



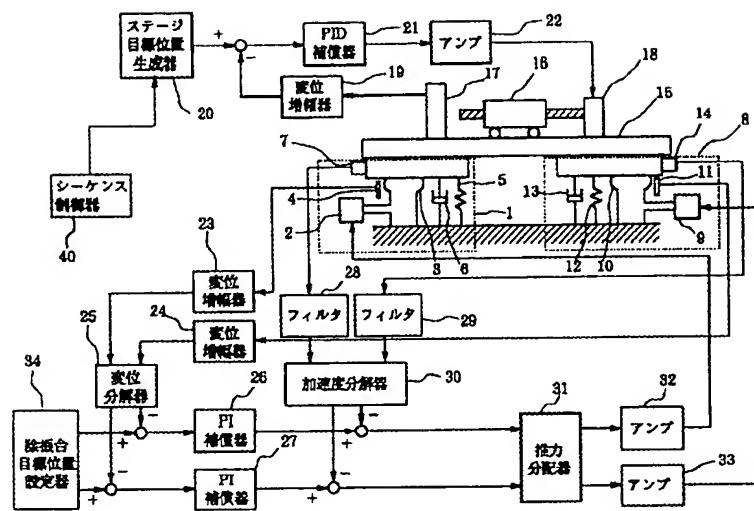
【図3】



[図4]



【図5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

H 01 L 21/027

識別記号

F I

H 01 L 21/30

503F